

## バーチャルバンド支援システムの開発

山下直人, 伊藤淳子, 宗森 純

和歌山大学システム工学部

好きな曲目が演奏でき、かつ、セッションできるギターの魅力を経験でき、さらにエアギターのような自由な動きができる、“バーチャルバンド支援システム”を開発した。本システムは入力にテンキーパッドとジャイロマウスを使用する。数字表記の楽譜による読譜の支援に特徴がある。他のギターシミュレータのインターフェースの比較実験と、ネットワークを介したセッションの実験を行った。比較実験の結果、他のギターシミュレータと比べて楽しく、操作、楽譜がわかりやすいということがわかった。また、セッションの実験の結果、遅延が発生するが、1人のときよりも楽しいということがわかった。

## Development of Virtual Band Support System

Naoto Yamashita, Junko Ito, Jun Munemori

Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

We have developed a virtual band support system. We can play favorite music and play coordinately by the system. We can also play freely like a "virtual guitar". The input of the system consists of a ten-key pad and a gyro mouse. The reading music with the score of the number notation is one of the characteristic of the system. We performed a comparison experiment about the interface of guitar simulators and a session experiment through the network. The results of the experiments indicated that the system was superior to other guitar simulators from the viewpoint of pleasure, operation and reading score. As a result of experiment of the session, a delay occurred, but we understood that we were more pleasant than a stand alone experiment.

### 1. はじめに

世界には様々な種類の楽器が存在する。中でもギターは、地域、年代を問わず人気があり愛好者も多い。しかしギターを演奏できるようになるには多くの練習が必要である。そのため、ギターの演奏を手軽に体験できることを目的とし、ゲームソフトやギターのヘッドの形をしたもの等、様々なギターシミュレータが開発されてきた[1]-[3]。

近年のギターシミュレータの開発に影響を与えたものとして、エアギターが挙げられる。エアギターとは演技の一つで、ギターの弾き真似や演奏をする身振りから構成されるパフォーマンスである。エアギターの演奏を支援するため、その魅力

である自由な動きができる点を妨げず、音を鳴らすことができるようなギターシミュレータの開発が盛んに行われている[4]-[5]。

しかしこれらのシステムは、指定された曲目しか演奏できない、あるいは、そのインターフェースから、ギターを弾いている感覚に乏しいものであるなど、ギターの本来の魅力を必ずしも満たしているわけではない。さらに、2人以上の奏者が同時に曲を弾いて、その音の重なりを楽しむ、いわゆる、セッションができるギターとは異なり、1人で演奏するために開発されたものがほとんどである。そこで、本研究では、好きな曲目が演奏でき、かつ、セッションもできるというギターの魅力を経験でき、さらにエアギターのような自由な動きができるギターシミュレータ“バーチャル

バンド支援システム”を開発した。また、楽器を学ぶ上で避けて通れないのが楽譜である。そこで、演奏における読譜の簡素化も支援した。

本報告ではバーチャルバンド支援システムと他のギターシミュレータとのインタフェースとを比較した実験結果とネットワークを介した2台のセッションの実験結果とを報告する。

## 2. 既存のシステム

Nintendo の「弾いて歌える DS ギター”M-06”」[1]は、十字キーにコードが割り当てられており、それを押すことでコードを入力し、タッチペンで画面上の弦にさわることによりストロークし、演奏をする。十字キーに割り当てられるコードは曲によって選択でき、自分で編集してコード配置を決定することもできる。

タカラトミーの「エアギターPro」[2]はギターのヘッド部分の形をしたギターシミュレータである。この本体から、本来のギターのボディとなる部分に向けて赤外線が出されており、ギターを弾く要領で赤外線を遮れば音が鳴る仕組みとなっている。演奏には、伴奏に合わせて曲が弾ける「プリセット曲演奏モード」と、ボタン操作によって自由に曲が弾ける「フリー演奏モード」がある。

コナミの「ギターフリークス」[3]は、ギター型のコントローラを使用するギターシミュレータである。画面下から上がってくる3色のバーに合わせてネック上にあるボタンを押し、タイミングを合わせてピックレバーをはじく、ゲーム性の高いギターシミュレータである。

Virtual Air Guitar[4]はフィンランドで研究されているギターシミュレータである。両手にオレンジ色の手袋を着けてカメラの前に立ち、ギターを演奏する様に手を動かす。カメラが手の動きを認識し、その動きに合わせて音を出力する仕組みとなっている。両手に何も持たず演奏ができるので、エアギターと同じパフォーマンスが可能である。

Wearable Instrument Shirt[5]は、CSIRO が開発したギターシミュレータである。シャツの形をしており、それを着て演奏する。袖部分に編み込まれたモーションセンサーが腕の角度と動きを取得し、無線で PC に信号を送りギターの音に変換され出力される。左手の腕が曲がっている時に、右手を曲げて伸ばすストロークの動作を行うと音が出力される。

## 3. バーチャルバンド支援システム

### 3. 1 設計方針

本システムの設計方針は以下の通りである。

#### (1) 様々な曲の演奏が可能

自分で弾きたいコードを選んで弾くことにより、好きな曲目が演奏できる。

#### (2) ネットワークを通じてのセッション

ネットワーク通信を利用することにより、別の部屋にいる場合等、相手の楽器の音が直接聞こえない場所でもセッションを楽しむことができる。

#### (3) 3種類の楽器の作成

本システムではバンドセッションを目指す。通常バンドセッションはギター、ベースギター、ドラム等で行われる。今回はその中からアコースティックギター、エレキギター、ベースギターの3種類の楽器によりセッションを行えるようにする。

#### (4) 楽譜の難易度の軽減

テンキーの数字を利用することにより、ギターのコード譜をよりわかりやすいものへと改良する。

### 3. 2 システム構成

#### 3. 2. 1 ハードウェア

本システムは、コードの入力を行うテンキー、音の出力されるタイミングを決定するジャイロマウス(BOMU-W24A/BL)、ソフトウェアが動作するPC(SONY-VAIO typeU VGN-UX 90PS)の大きくわけて3部から構成されている。ジャイロマウスは、米 Gyration 製のジャイロセンサーを内蔵するワイヤレスマウスで、何も空中でマウスを動かすことで机上と同様のポイント操作を行うことができる。図1にシステム構成を示す。

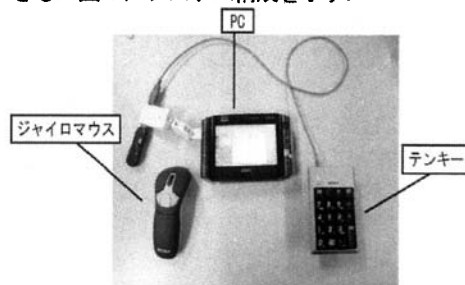


図1 システム構成

#### 3. 2. 2 ソフトウェア

本システムのプログラムはJAVA 言語で記述されている。音の出力は、javax.sound.midi パッケージの synthesizer を使用している。音源には JAVA のデフォルト音源を使用している。

以上を用いて3種類の楽器のクライアント用プログラム、サーバ用プログラム、セッションの時

に使用するドラムマシン用のプログラムを作成した。プログラム行数は、クライアント用プログラムがそれぞれ約 500 行、サーバ用プログラムが約 110 行、ドラムマシン用プログラムが約 300 行である。クライアント用プログラムのそれぞれの音色には、アコースティックギターがプログラムナンバ 25 の Acoustic Guitar( nylon)、エレキギターがプログラムナンバ 31 の Distortion Guitar、ベースギターがプログラムナンバ 35 の Electric Bass(pick)を使用している。

### 3. 3 パーチャルバンド支援システム

#### 3. 3. 1 コード入力

コード入力は、外付けのテンキーパッドを使用する。各キーには一つずつ和音、もしくは単音が割り当てられており、それらを押すことで音を選択する。各キーの割り当てを図 2、割り当てられる和音の構成音を表 1 に示す。なお、表 1 中の↑は、無印に対して 1 オクターブ上、↓は 1 オクターブ下、↓↓は 2 オクターブ下を表している。無印のドは MIDI 規格のノート番号 48 にあたる音程である。

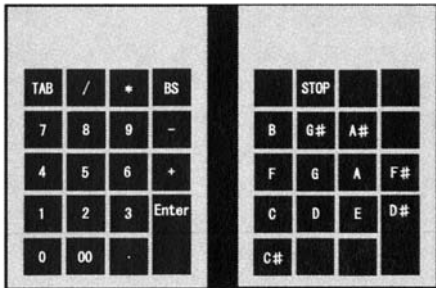


図 2 キーの割り当て

表 1 各楽器でのキーの構成音

	アコースティックギター	エレキギター	ベースギター
C	ソ↑、ド、ソ、ド↑	ド、ソ	ド↓
C#	ソ#↑、ド#、ソ#、ド#↑	ド#、ソ#	ド#↓
D	ラ↑、レ、ラ、レ↑	レ、ラ	レ↓
D#	ラ#↑、レ#、ラ#、レ#↑	レ#、ラ#	レ#↓
E	ミ↑、シ↑、ミ、シ	ミ↑、シ↑	ミ↓↑
F	ファ↑、ド、ファ、ド↑	ファ↑、ド	ファ↓↑
F#	ファ#↑、ド#、ファ#、ド#↑	ファ#↑、ド#	ファ#↓↑
G	ソ↑、レ、ソ、レ↑	ソ↑、レ	ソ↓↑
G#	ソ#↑、レ#、ソ#、レ#↑	ソ#↑、レ#	ソ#↓↑
A	ラ↑、ミ、ラ、ミ↑	ラ↑、ミ	ラ↓↑
A#	ラ#↑、ミ#、ラ#、ミ#↑	ラ#↑、ミ#	ラ#↓↑
B	シ↑、ファ、シ、ファ↑	シ↑、ファ	シ↓↑

#### 3. 3. 2 ストローク

右手での音の出力のタイミング決定にジャイロ

マウスを使用する。これを右手に持ち、ストロークするように動かすことでポインタを移動させる。

#### 3. 3. 3 演奏の手順

クライアント用ソフトを起動させると名前入力のウィンドウ、次に IP アドレスの入力ウィンドウが表示される。一人で演奏する場合は、IP アドレスを入力する必要はなく、空欄の状態です了解のボタンを押す。その後、演奏画面が表示される。

演奏画面は画面中央に直線で境界が表示され、上下が分けられている。演奏時には図 3 の様に右手にジャイロマウスを構える。左手でテンキーのキーを押す。音を選択した後、ギターのストロークをする様に右手を動かしてマウスの角度を変え、ポインタを移動させる。ポインタが画面の下半分の領域に入ると、音が出力される。

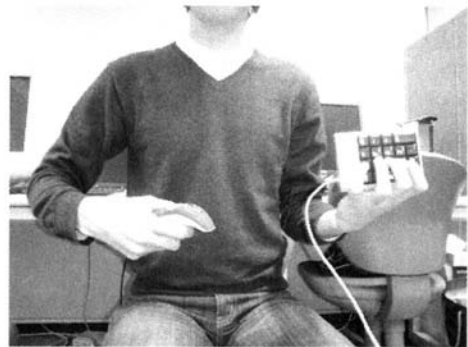


図 3 演奏時の構え方

#### 3. 3. 4 楽譜

表 1 に示した通常のコード譜をテンキーの対応する数字で表す。また、アコースティックギターとエレキギターでは、メジャーコード、マイナーコードなどの区別となる 3 度の音を抜いているが、この方式を採用することによって、これらを区別なく弾くことができる。つまり、構成音が 1 度、長 3 度、5 度である C のコードも、1 度、短 3 度、5 度である Cm のコードも、1 度と 5 度だけの構成音のコードにまとめることにより両方をテンキーの 1 のボタンの音で対応できるようにした。これにより楽譜に登場する和音の数を最大で 12 個までに減らしている。

#### 3. 3. 5 ネットワーク通信

ネットワークを利用してセッションを行う場合、まず、サーバとなる PC でサーバ用のプログラムを起動する。その後、クライアント用のプログラムを起動させる。次にもう 1 台の PC でクライアント用プログラムを起動させる。その時、サーバ用のプログラムが起動している PC の IP アドレス

を入力すると通信が成立する。

セッションの仕組みについて説明する。2台のPCをPC1, PC2とし、PC1で音を出力させたとする。PC1の楽器の種類を表すアルファベット、音が出来たPCのサーバへの接続番号、PC1で出力された音程の番号であるノート番号の情報がネットワーク上に送信され、それをPC2が受け取り、同じ音を出力する。楽器の種類を表すアルファベットは、アコースティックギターなら"G", エレキギターなら"E", ベースギターなら"B"となっている。接続番号とはサーバに接続した順番にクライアントに付けられている番号であり、ネットワーク上に送信された情報がどちらのPCの物であるかを偶数, 奇数で判断している。また、セッションをするには、リズムトラックが必要であるのでこのためのプログラム(ドラムマシン用プログラム)を使用する。クライアント用プログラムを起動させた後、同じ手順でドラムマシン用プログラムを起動させ、表示されたボタンをクリックすると、あらかじめ作成しておいたMIDIファイルを読み込み、2台のパソコン両方で同時にリズムトラックが再生される。それに合わせてセッションを行う。

## 4. 実験

### 4. 1 実験1

本システムと既存のギターシミュレータとの比較実験を行った。

#### 4. 1. 1 実験方法

被験者は、和歌山大学の学生20人で、その内ギター経験者は11人、ギター未経験、もしくは少しさわったことのある程度の者9人である。第2章で紹介したギターシミュレータの中から、自分で弾く和音を選ぶことができ、好きな曲目が演奏できる「弾いて歌えるDSギター”M-06”」, 「エアギターPro」の2つと、ゲーム性が高いため他のギターシミュレータとは用途が少し異なるが、一番実際のギターに近いインターフェースを持つ「ギターフリークス」を用意し、「バーチャルバンド支援システム」と合わせて4つのシステムを使用してもらった。1回の実験は4人で行う。約10分ずつ各ギターシミュレータを使用してもらい、その後アンケートをとった。使用する順番については、全員が異なる順番になるよう配慮した。”バーチャルバンド支援システム”には、スピッツの「チェリー」、レミオロメンの「粉雪」、スマップの「夜空ノムコウ」の楽譜を数字表記にしたもの

を使用した。「エアギターPro」には、同曲の通常のギターのコード譜を使用した。「弾いて歌えるDSギター”M-06”」には、「チェリー」と「夜空ノムコウ」の通常のギターのコード譜と、ソフトに内蔵されている「粉雪」の楽譜を使用した。「ギターフリークス」は、ソフトに内蔵されている曲のうち、好きな曲を選んで演奏してもらった。

#### 4. 1. 2 実験結果

アンケートは、4つのギターシミュレータについて共通のアンケート(アンケート1)、バーチャルバンド支援システムのインターフェースに関するアンケート(アンケート2)と、記述式アンケートを行った。アンケート1の5段階評価の結果を表2に、アンケート2の5段階評価の結果を表3に、記述式アンケートの回答を以下に示す。5段階評価は、

1: 全くそうでない 2: そうでない 3: 普通  
4: そう思う 5: 全くそう思う  
とする。

表2 アンケート1

	バーチャルバンド	エアギターPro	ギターフリークス	ギターフリークス
左手(コード入力)は操作しやすかったですか?	3.2	1.5	3.4	3.8
右手(ストローク)は操作しやすかったですか?	3.5	1.8	4.1	3.6
楽器を弾いている実感はありましたか?	3.0	1.8	2.5	3.8
操作の理解は容易にできましたか?	4.6	3.4	3.5	3.9
楽しかったですか?	3.9	2.2	3.4	3.9
もっと弾いてみたいと思いましたか?	3.4	1.6	3.6	3.4

表3 アンケート2

左手は握りやすかったですか?	2.7
テンキーのコードの配置は適切ですか?	3.3
ストロークをしたときに、音は適切に出ましたか?	3.5
音色は適切でしたか?	3.8
数字の楽譜は理解しやすかったですか?	4.5

#### 記述式アンケートの結果

1) バーチャルバンド支援システムのどこを改良したらよいですか?

- ・ アップピッキングもできたほうがよい。
- ・ メジャーコードとマイナーコードを弾き分けたい。
- ・ もっと気持ちよい音色が欲しい。
- ・ ストロークしてから音が出るまでに少しタイムラグを感じる。

2) 他のものと比べて良いところはどこですか?

- ・ 数字だからおさえる場所がわかりやすかった。
  - ・ ストロークした時の反応がよかった。
  - ・ ストロークが実際の感覚に近い。
  - ・ キーを複数おさえなくてよい。
  - ・ ギターを弾くのと同じ動作をするところがわかりやすくてよい。
  - ・ 操作がわかりやすい。
- 3) 他の物と比べて悪いところはどこですか？
- ・ アップピッキングができない。
  - ・ 見た目がギターっぽくない。
  - ・ 左手が持ちにくい。
  - ・ ピッキングの自由度が足りない。
  - ・ 速いストロークは感知してくれない。
  - ・ コードにマイナー感がないので曲を弾くとたまにわからなくなる。
  - ・ 普通の楽譜をみても演奏できない。

#### 4. 1. 3 考察

本システムが特に高い値を得ることができたのは、操作の理解のしやすさ(4.6)、楽譜の理解のしやすさ(4.5)であった。操作の理解については、画面がシンプルで分かりやすく、ギターを弾くのと同じ動きをすれば音がでるためと思われる。数字の楽譜の理解については、特にギター未経験者からの評価が高く、見慣れないアルファベットのコード譜に比べ理解しやすかったことがわかる。逆にギター経験者からは記述式アンケートで、数字にすることで何のコードを弾いているかがわからなくなり、弾きにくいとの意見もあった。インターフェースの質問では、他の物に比べて思ったほど高い評価は得られなかった。テンキーに関しては、持ちやすく補助するパーツをとりつけるなど改良の余地がある。楽器を弾いている実感があるかどうかの質問は、実際にギターの形をしているギターフリークスについて高い値だった。ギターを弾くのと同じ動きをするためそう感じたと思われる。

記述式アンケートでは、右手のストロークから音の出力までにタイムラグがあるという意見が多数あったが、逆にストロークの反応がよかったという意見も多数あった。これはマウスをもつ時に横に傾けて持っていたからと思われる。横に傾けずに持ってストロークすると、ポインタが素直に上下に動くが、傾けていればポインタも斜めに動いてしまいポインタが音の出力される領域に入るのが遅れたためと思われる。また、ギター経験者からの意見として、腕を振り下ろすときにストロークするダウンストロークだけでなく、振り上げる時のストロークであるアップストロークができ

るともっと楽しくなるという意見が多かった。ギター経験者には機能的に物足りないところも多かったようだ。

#### 4. 2 実験2

学内無線 LAN を利用して2台でセッションの実験を行った。

##### 4. 2. 1 実験方法

被験者は和歌山大学の学生8人で行った。学内無線 LAN を使用して、ネットワークに接続する。セッションを行うには、2人の人間が必要であり、ある程度演奏ができなければならない。それを初心者同士で行うことは難しく、相手の実力によってもうまくセッションできるか左右される。そこで、本システムの開発者がセッションの相手役をつとめる。使用する楽器は被験者がアコースティックギター、相手役がベースギターを演奏する。実験は構内の別の部屋で、まったく相手の音が聞こえない状況で行った。曲はスピッツの「チェリー」の演奏を行う。ドラムマシン用のプログラムを起動させ、ボタンをクリックすると、あらかじめ作成しておいたチェリーのドラムを中心としたメロディーの打ち込まれた MIDI ファイルがお互いの PC で再生されるので、それに合わせてセッションする。その後アンケートをとった。

##### 4. 2. 2 実験結果

アンケートは、5段階評価のアンケートと記述式アンケートを行った。アンケートの5段階評価の結果を表4に、記述式の質問の回答を以下に示す。5段階評価は、

1：全くそうでない 2：そうでない 3：普通  
4：そう思う 5：全くそう思う  
とする。

表4 実験2のアンケート結果

Q1 うまくセッションできたと思いますか？	3.2
Q2 1台で遊んだときより楽しかったですか？	3.8
Q3 相手の音の遅延は気になりましたか？	3.8
Q4 セッションは楽しかったですか？	4.0

##### 記述式アンケートの結果

1) このシステムのよかったところはどこですか？

- ・ 上手になれば結構楽しめる。
- ・ メロディーがついているので間違っても見失わずに次に進めた。
- ・ うまくいった時に達成感があった。

2) このシステムの悪かったところはどこですか？

- ・ 演奏中に相手とコミュニケーションが取れない

と、間違えたときに合わせにくい。

・楽器のセッションとしては遅延があるので成り立たない、あくまで遊び。

・メロディーの後ろでコード感を感じる程度のセッションしかできない。

・遅延がどうしようもない。

・まず1人で弾けないとどうしようもない。

3) その他何か意見があればお願いします

・webカメラやチャット等のコミュニケーションツールと組み合わせるとよい。

・演奏がおわってうまくいったところなど、お互いに話し合うのが楽しかったので、コミュニケーションをとる方法があったほうがよい。

・最終的にはメロディーがないほうが楽しめるのかもしれない。

・音がびったりあった時はきもちよかった。

#### 4. 2. 3 考察

ネットワークのセッションでは、相手が発した音が自分のPCで出力される時に遅延が発生し、Q3(相手の音の遅延は気になりましたか?)の評価は3.8(5に近いほど気になる)と低いものになった。遅延は、全く気づかない時もあれば、0.5秒ほど遅れることもあり、特に音を連続で出した時の遅延は大きくなった。実際のセッションでは遅延はありえないので、解決しなければならない問題である。

Q2(1台で遊んだときより楽しかったですか?)が3.8、Q4(セッションは楽しかったですか?)が4.0という評価、更には、表2の1台での実験の結果(楽しかったですか?バーチャルバンド:3.9、エアギターPro:2.2、DSギター:3.4、ギターフリークス:3.9)から、1人で演奏していた時よりも、2人で演奏した時のほうが楽しく、セッション自体も楽しいということがいえる。記述式アンケートでも、うまくできた時、達成感があつた等の意見があつた。しかし、遊びとして考えると楽しいが、楽器のセッションとはいえない等の意見も多く、セッションとしてはあまり評価されていないようである。また、セッションを行う前後のコミュニケーションもセッションを楽しむうえで重要だということがわかつた。webカメラやメッセージャーなどの他のコミュニケーションツールとあわせて使うとさらに楽しくなると思われる。

## 5. おわりに

好きな曲目を自由な動きで演奏し、さらに2名でセッションも可能で、読譜にも工夫したギターシミュレータ“バーチャルバンド支援システム”を開発し、実際に1台での演奏とセッションを行った。その結果、下記のことがわかつた。

(1)バーチャルバンド支援システムは、他のギターシミュレータ(DSギター、エアギターPro、ギターフリークス)と比較して、楽しいという評価が高かつた。

(2)操作の理解、数字表記で示した楽譜の理解のしやすさが、他のギターシミュレータと比較して、理解しやすいという評価が高かつた。

(3)ネットワーク通信によるセッションでは遅延が発生し、相手の音が遅れて聞こえることもあるが、1人で演奏するより、2人で演奏したときの方が楽しいとわかつた。

(4)ネットワーク通信によるセッションではその前後のコミュニケーションも重要となる。

今後の課題としては、更に持ちやすく扱いやすいインターフェースを作成する、ダウンストロークだけでなくアップストロークもできる機能を作成する、ネットワークによるセッション時の遅延の軽減方法を考える、ネットワーク通信によるセッション時に他のコミュニケーションツール(絵文字チャットコミュニケーターII等[6])と共に使用する、などが挙げられる。

謝辞

本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(B)18300043、「センサーと絵文字によるチャットコミュニケーションが相互の理解度向上に及ぼす影響」)による。

参考文献

[1] 弾いて歌えるDSギター“M-06”

<http://www.dsguitar.net/>

[2] エアギターPro

<http://www.takaratomy.co.jp/products/airguitar/>

[3] ギターフリークス

<http://www.konami.jp/am/gfdm/gfdm/top.html>

[4] Virtual Air Guitar

<http://airguitar.tml.hut.fi/index.html>

[5] Wearable Instrument Shirt

<http://www.csiro.au/multimedia/pfk8.html>

[6]宗森他:絵文字チャットコミュニケーターII, 情処研報, 2008-GN-66, pp. 103-108(2008).